



健常小児における家庭学習時間と認知機能および脳形態との相関～脳MRIを用いた3年間の縦断研究～

著者	浅野 路子
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	11301甲第15614号
URL	http://hdl.handle.net/10097/58443

学 位 論 文 要 約

博士論文題目 健常小児における家庭学習時間と認知機能および脳形態との相関
～脳 MRI を用いた 3 年間の縦断研究～

東北大学大学院医学系研究科 医科学 専攻

脳科学研究部門脳機能開発研究 分野

氏名 浅野 路子

健康的で知的な生活習慣は、生涯を通し認知能力低下の遅延と関係していると考えられている。例えば、知的な活動や社会的な活動への参加は、言語能力等の認知機能の低下を予防することが報告されている。一方、小児においては、朝食習慣、睡眠習慣、そして家庭学習習慣が、学校生活における活動や学業成績に影響を与えることが報告されている。近年、Magnetic resonance imaging (磁気共鳴画像法; MRI) の撮像技術の進歩に伴い、非侵襲的に詳細な脳構造の測定が可能となり、朝食習慣や睡眠習慣が、認知能力だけでなく小児期の脳形態に影響を与えることが明らかになってきた。しかしながら、小児の重要な知的活動の一つである家庭学習習慣が脳形態に与える影響については、未だ明らかになっていない。

本研究の目的は、家庭学習習慣の脳形態と認知力への影響を、MRI を用いた Voxel-based Morphometry による脳灰白質体積と脳白質体積の測定から検討することである。そのために、3 年間の縦断研究を行い、家庭学習習慣の指標である家庭学習時間と局所脳灰白質体積変化または局所白質体積変化との間に統計的に有意な相関がある領域を同定すること、また家庭学習時間と種々の認知能力の指標である Intelligence Quotient (IQ) スコアの群指数の変化との間の相関を明らかにすることを目的とした。

本研究は、MRI を用いた健常小児の脳形態、脳機能、認知機能に関する、3 年間の縦断研究プロジェクト (小児脳発達研究) の一環として行なわれた。この縦断研究では、5 歳から 18 歳の健常な小児に対して、約 3 年間の間隔をあけて、脳 MRI 撮像および IQ テストを 2 回行い、脳形態変化および IQ スコアの群指数の変化を測定した。ここで、群指数とは、言語理解 (VCI)、知覚統合 (POI)、注意記憶・作動記憶 (FDI/WMI)、処理速度 (PSI) の 4 つである。家庭学習時間データ、その他の生活習慣に関する質問は、1 回目参加時にアンケートに答えてもらうことで収集した。

行動データに対して、IQ の群指数である VCI、POI、FDI/WMI、PSI に対して、重回帰分析を行った。独立変数は、第 1 回目の年齢、年齢差、性別、両親の平均学歴、世帯年収、第 1 回目の群指数、家庭学習時間とし、従属変数は、各群指数における 3 年間の変化量とした。

脳画像データに対して、重回帰分析によって統計解析を行った。独立変数として、家庭学習時間、第 1 回目年齢、年齢差、性別、両親の平均学歴、世帯年収、第 1 回目の頭蓋内体積とし、従属変数は、3 年間の灰白質体積変化量または、3 年間の白質体積変化量とした。変化量は、2 回目 - 1 回目として計算した。

また、家庭学習時間の効果は、線形で増加していくとは限らず、どこかでピークを持つ可能性がある。全被験者を対象とした解析に加えて、家庭学習時間ごとに 3 つの群、短期群、中時間群、長時間群に分け、それぞれの群毎に、同様に重回帰分析を行った。

実験の結果、全被験者に対する行動データの重回帰解析から、家庭学習時間と VCI の変化量との間に統計的に有意な正の相関がみられた ($P=0.038$, $B=0.134$)。一方、家庭学習時間と他の群指数 (POI、FDI/WMI、PSI) の変化量との間に統計的に有意な相関は見られなかった。家庭学習時間によって分けた群毎の解析では、いずれの群においても家庭学習時間と VCI の変化量との間に統計的に有意な相関は見られなかった。

全被験者を対象とした灰白質体積および白質体積の重回帰解析から、家庭学習時間と局所灰白質体積変化との間に統計的に有意な相関を示す脳領域は見られなかったが、家庭学習時間と局所白質体積変化は、右上前頭回において統計的に有意な正の相関が見られた ($p<0.05$, FWE に基づく多重比較補正)。一方、家庭学習時間と局所白質体積変化との間に統計的に有意な負の相関を示す脳領域は見られなかった。また、全脳を対象とした解析では、3 年間の VCI 変化量と灰白質体積および白質体積変化との間に統計的に有意な相関を示す脳領域は見られなかったが、Small volume correction 法を用いた家庭学習時間と脳形態変化量との相関解析の結果に基づく、上前頭回に ROI を置いた脳形態変化と VCI 変化の相関解析では、白質体積変化と VCI 変化との間に統計的に有意な正相関が見られた。

(書式 18) 課程博士

家庭学習時間で分けた群では、家庭学習短時間群では、灰白質体積変化、白質体積変化ともに、家庭学習時間との間に統計的に有意な相関を示す脳領域は見られなかったが、家庭学習中時間群では、家庭学習時間と、尾状核の局所灰白質体積変化との間に統計的に有意な負の相関が見られた ($p<0.05$, FWE)。また、家庭学習長時間群では、家庭学習時間と、右楔前部の灰白質および白質体積変化との間に統計的に有意な正の相関が見られた ($p<0.05$, FWE)。

全被験者を対象とした解析において、家庭学習時間と上前頭回における局所白質体積変化との間に統計的に有意な正の相関が見られたことは、家庭学習時間が長い被験者ほど、上前頭回の白質体積が増えたことを意味する。上前頭回を含む前頭前野は、長期記憶の一つである陳述的記憶をコントロールする機能を担っていると考えられており家庭学習時間が長いほど学習中の様々な知識の記憶作業において上前頭回の関与が増え、そのことが上前頭回の白質構造を強化したと考えられる。

家庭学習中時間群では、尾状核の局所灰白質体積変化に有意な負の相関が見られた。一方、家庭学習長時間群では、右楔前部の灰白質および白質体積変化との間に有意な正の相関が見られた。楔前部は、記憶の想起などの高次な認知能力との相関があることが報告されている。したがって、家庭学習習慣が楔前部へ与える影響は、学習時間に対して線形ではなく、学習時間がある程度多くなった場合に顕著になる可能性が示唆される。

行動データにおいて、家庭学習時間と 3 年間の VCI スコア変化量との間に統計的に有意な正の相関があったことは、VCI スコアは、単語や知識の能力を表していることから、家庭学習時間が長いほど、単語や知識の能力が向上したと考えられる。

以上のことから、本研究によって、小児の重要な知的活動のひとつである家庭学習習慣が、認知力の向上だけでなく、脳形態を変化させることが明らかになった。知的な生活習慣は、生涯にわたって認知機能を保つ可能性が脳科学の側面からも示唆されていたが、本研究によって、小児における知的活動の認知機能への影響が脳科学の側面から明らかになった。本研究の結果は、小児の健やかな脳発達に繋がる生活習慣を考える上での一助となると考えられる。